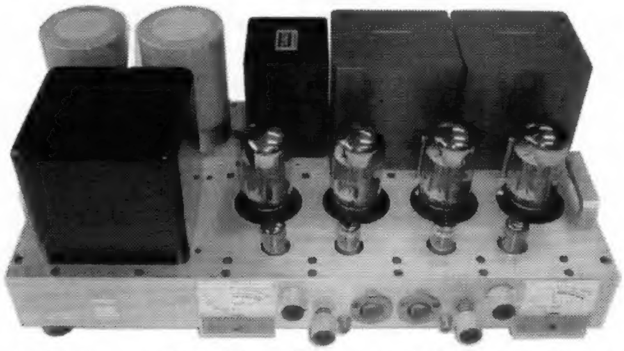
B電圧600Vのビーム管接続動作で大出力を獲得

6550Aプッシュプル 100Wパワーアンプ〔前編〕

須藤はじめ SUDO Hajime



イギリスのGEC KT88と類似特性を持つアメリカの6550は，タングソル，RCA，シルバニア，GEなどで製造された大型ビーム出力管である．ロック，ポップス，ジャズなどを好む筆者は，GEの6550Aを使用し，ビーム管接続，B電圧600VのAB級動作で大出力パワーアンプを製作した．最大出力は100W(1 kHz，負荷16Ω，THD 1.3%)を獲得．大音量でも濁らないDレンジの広さとエネルギー感が特徴である．今回は前編として，オーバーオールNFBを施さず，出力管のカソードNFBのみの特性測定とヒアリング結果を報告する．次回はオーバーオールNFBを追加し，回路の変更点と結果を述べる．

はじめに

つねづね，6550は往年の名球ではないかと思っています．知り尽くされているようで，案外その本性は知られていない出力管と感じます．タングソルやシルバニアのダルマ型の6550は，プロポーションからして魅力的ではありますが，ここでは小生にとってなじみの深いGEの6550Aを採用しました．

6550プッシュプルはこれで3台目の製作となります．1台目は3結，2台目からビーム管接続になりました．本機が完成したのは6年ほど前で，このところ試聴会でしばしば鳴らしました．試聴会では一番人気のパワーアンプで，数名の参加者が製作してみたいとのことでした．

本機のオペレーションは代表的動作例の出力100Wの動作で，E_pは600V以上かけます．これにより，6550本来の全域にわたる美しさや，直熱管を彷彿させるヌケの良さ，迫力ある低域が余すことなく聴けます．

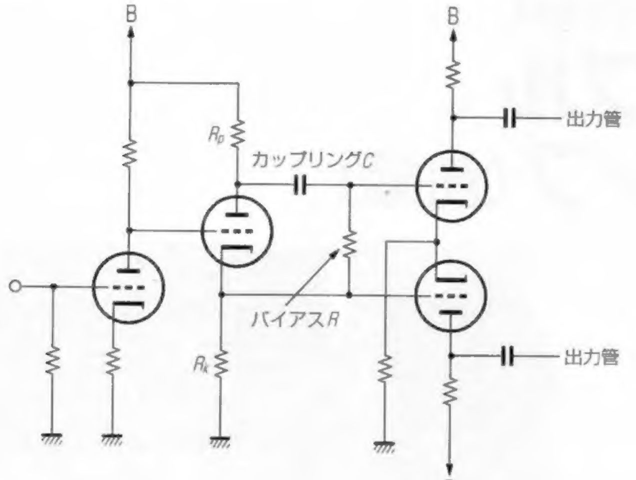
当初はあまり期待していなかったのですが，これが6550本来の使い方なのだろうと納得したのを憶えています．友人の評価や試聴会の評判から，ようやく6550の表現力を生かし切れたかなと自画自賛しています．

位相反転回路がキーポイント

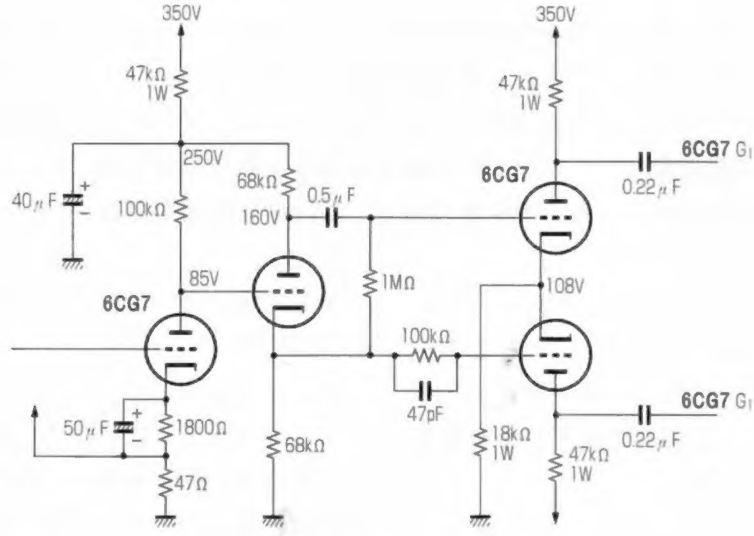
本機は，本来は無帰還アンプとして設計してあります．しかし，無帰還で聴くに耐える位相反転回路は限定されます．個人的には，ムラード型は奇数歪みを多く感じますし，初段の差動型も同様の歪みを感じます．小生にとって使用可能なのは，P-K分割型位相反転回路です．

アルテック型のように初段にペントードを持ってきて，十分なドライブ電圧を稼いだ後に，P-K分割位相反転回路に持っていくならよいのでしょう．しかし，無帰還にするなら，初段はトライオードにしたいのが心情で，そうすると今度はゲインが不足します．設計上はドライブ電圧が確保されても，試聴上では弱々しい音になってしまうのです．

14年ほど前，この問題に直面して解決をみた回路が，図1に示す本機の回路です．初段の後にP-K分割で位相反転してから，ドライブ段に入ります．通常ですと，位相反転後はCR結合させてドライブ段に入れるのですが，やはり一段でも位相の進み要素を減らしたいという希望から，位相反転段の



［図1］ 本機における P-K 分割位相反転段とドライブ段



［図2］ アルテック1569パワーアンプの回路

カソードからドライブ段のグリッドへ直結とし，位相反転段のプレート側からは，コンデンサーでカップリングしています．ドライブ段の上側のグリッドリーク抵抗はカソードに接続します．

弱点は3段直結回路となるために，電源オン時とオフ時の安定性が悪いことで，そのままではオンとオフ時に大いに発振を起こします．適所にいくつかの抵抗（図4の R_{10}，R_{12}，R_{13}）をシリーズに挿入することで防いでいます．

この回路は後になって調べると，図2のアルテック1569(6CA7パラプッシュ）にも見いだせます．ほかに一度どこかで見た記憶がありますので，オリジナルとはいえませんが，MJ誌上の製作記事では見た記憶は，私にはありません．

6550の600V動作

GE 6550Aは，GECのKT88の持つ艶やかさや重厚さとはまた違う持ち味で，アメリカの現代的でタフな優等生という感じがします．出力100Wを取り出すことは余裕で，100W以上で働かせてやらないと，その実力に対して気の毒な感じもします．

規格を表1に示しますが，厳密にはRCA，GEとも6550の規格で，6550Aのものではありません．RCAは設計中心定格，GEのは設計最大定格です．その他の違いは，ヒーター電流がRCAは1.6Aなのに対し，GEでは1.8Aとなっている点です．

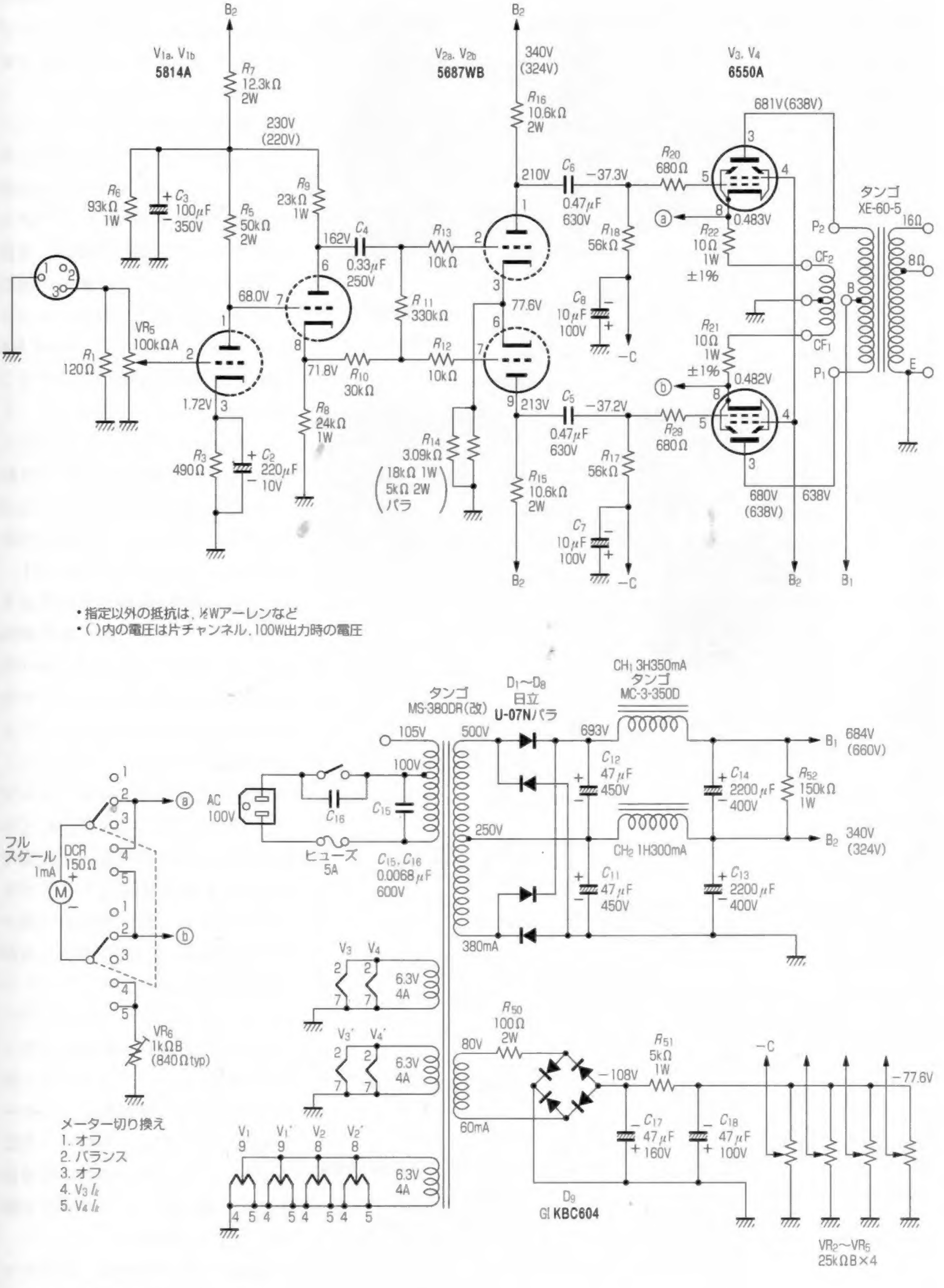
600V動作ではプレート電圧は最大定格になりますが，心配は無用です．絶対最大定格は，このクラスの真空管ではさらに上にあるはずです．ちなみにゴールドライオンKT88は，設計最大値が800Vあります．

しかし，600V動作例のプレート電流（アイドリングで1本あたり57.5mA）では，P_{d_0}（無信号時プレート損失）が34.5Wとなり，大きいと感じます．本機では I_k=45mAで，$P_{d_0}+SG_{d_0}$（無信号時SG損失）を約30Wに抑えてあります．それでも真夏には，シャシーがかなり熱くなります．

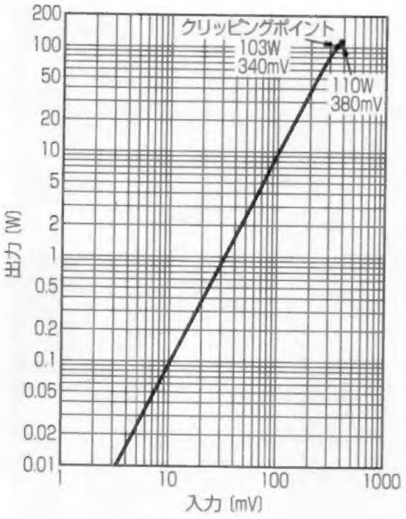
カソード負帰還

6550Aは内部抵抗の高い多極管ですから，そのままではダンピングファクターが低くなり，ハイファイアンプとしては使いものになりません．無帰還でもせめて1程度は確保したいものです．そこで，局部帰還としてカソード負帰還をかけることにしました．注意点は，カソードに負帰還電圧が戻るために，SG電圧がそれによって低下する現象です．

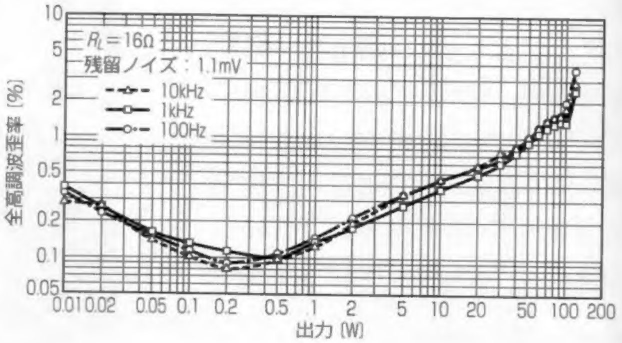
多くのメーカー推奨動作例では，スクリーングリッド電圧 E_{sg} を必要最小限に決めてあります．とい



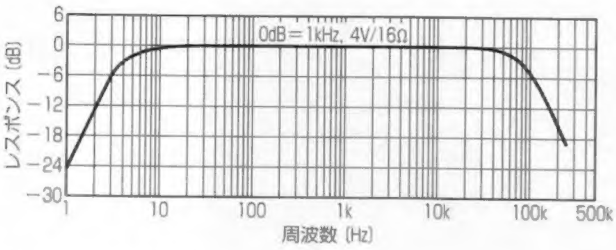
[図4]　全回路（抵抗の定数は設計値）



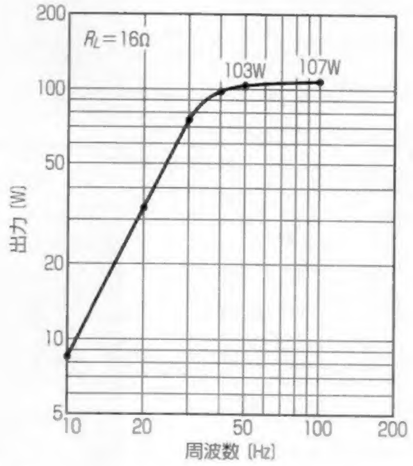
［図6］ 入出力特性



［図7］
全高調波歪率特性



［図8］ 周波数特性



［図9］ XE-60-5の磁気飽和特性

ード抵抗 R_8 24kΩ を増減して調整します．

カソード負帰還のみの特性

残留ノイズは，Rチャンネルが R_L=8Ω で 0.84mV，16Ω で 1.1 mV．Lチャンネルが R_L=8Ω で 0.87mV，16Ω で 1.2mV でした．多少ありますが，誘導性の成分が少ないためか，101dB/W/m のスピーカーシステムでも，あまり気になるレベルではありません．

残留ノイズは主に初段の 5814A に支配されるので，選別して用いる必要があります．アースまわりの配線と初段の真空管の選別に誤りがなければ，本機程度のノイズレベルになるはずです．

最大出力は，Rチャンネルのみの動作で 100W(R_L=16Ω，1kHz，THD 1.3%，目視クリップ前，電源電圧 103V）を得ました．XE-60-5 の定損失は 0.21dB で効率は95.3%でから，出力トランス1次換算では108W となります．

次に両チャンネル動作では，Rチャンネル88.0W，Lチャンネル86.6W を得ましたが，測定では，片チャンネルの出力を上げると，もう一方の出力が低下するというシーソー状態となりますので，値としては目安です．

ダンピングファクターはオン・オフ法，R_L=16Ω で約 0.8 です．

入出力特性を**図6**，全高調波歪率特性を**図7**，周波数特性を**図8**に示します．

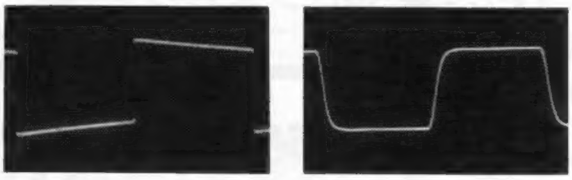
入出力特性は，0.01W から 100 W までリニアに増加していきます．ゲインは R_L=16Ωで，L，R ともほぼ 40dB です．歪率特性は 100Hz，1kHz，10kHz ともたいへんよく揃っています．

周波数特性は，−3dB で 5.53 Hz〜90.8kHz です．5.53Hz は，出力管のカップリングコンデンサー 0.47μF と R_g 56kΩ で決まるカットオフ周波数 6Hz によるもの，高域の 90.8kHz は，出力管と出力トランスの組み合わせによるものと推測できます．

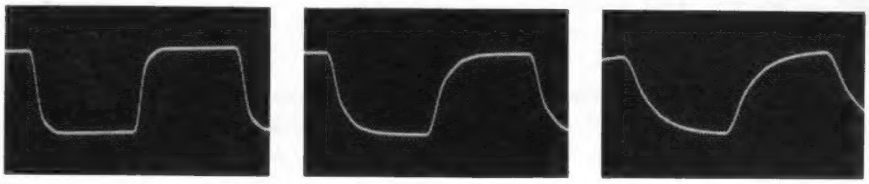
次に，100W クラスのパワーアンプに，30Hz で最大 60W 定格の出力トランスを使用したことについて，調べてみました．オシロの目視による正弦波の崩れから磁気飽和を観測して，周波数ごとに飽和が起きる直前の出力を出し，周波数ごとにプロットした特性を**図9**に示します．この測定では20

Hzで34W，30Hzで76W，40Hzで97Wとなり，これ以降ほとんど最大出力と同じです．

100Hzと負荷条件を変えた10kHzの方形波出力波形を写真に示します．



(a) 100Hz　(b) 10kHz
方形波応答（負荷16Ω，8 $V_{p\text{-}p}$）



(a) 負荷16Ωに0.1μF並列　(b) 負荷16Ωに0.47μF並列　(c) 負荷16Ωに1μF並列
容量負荷時の10kHz方形波応答（8 $V_{p\text{-}p}$）

ヒアリング結果

試聴は客観的に知人に頼むこととしました．試聴システムを示しておきます．

・プリアンプ
　筆者作トランス結合LCR-EQ
・CDプレーヤー
　アキュフェーズDP-55
・スピーカーシステム
　JBL LE175 E120×2(バーチカルツイン型，MJ 1993年7～9月号発表)

試聴結果は，以下のとおりです．

「1か月間アンプを借りて聴いてみました．詳しいデータは聞いていないので，バイアスはかかっていないと思います．試聴はクラシックを中心に行いました．

独奏の印象は奥行き感が良く出ることです．スタジオの雰囲気，エコーのかかり具合が実にリアルです．高域もよく伸びていますが，音が細くなりすぎません．ピアノの強奏の音も濁らず，うるさくなることもありません．演奏者の打鍵の質感がよく出ます．

オーケストラでは，エネルギー感は抜群ですが，やはりうるさくなりません．各パートの動きも見え，乗りのよさも伝わってきます．フォルテシモでも余裕があります．

歌曲では口が大きくならず，のどを搾り出す感じが少なく，声の温かさが伝わってきます．

全体的に，真空管アンプのフォーカスの甘さが少なく，低域から高域までの広いレンジ感と音の躍動感が素晴らしいと感じます．

また，小音量においても音の質感が薄くならず，深夜にひっそりと聴くバッハの無伴奏など，部屋の空気が凝縮したような錯覚に陥りました．バランスの取れたアンプだと思います」

少し褒めすぎという感じはしますが，手を加えずそのままの感想を載せることとしました．

以上，カソードNFBのみで測定とヒアリングを行いましたが，次号では，オーバーオールNFBをかけた回路，その特性とヒアリングを報告します．

【参考文献】
渡辺直樹：8417パラpp 160Wモノーラルパワーアンプの設計と製作，無線と実験 1978年9月号

「MJ無線と実験」年間購読のご案内

お近くの書店に定期購読としてお申し込みください。お近くに書店がなくご不便の場合は、
ださい。契約手続完了次第、最新号からお送りいたします。
Ⓐ 年間購読料を郵便振替でご送金ください。振替口座は00170-6-6294、加入者名は（株)誠文堂新光社です。
　ご送金から年契手続完了まで10日ほどかかります。
Ⓑ 年間購読料を現金書留で小社経理部までご送金ください。ご送金から年契手続完了まで6日ほどかかります。
＊ⒶⒷいずれの場合もご住所・お名前・電話番号・雑誌名（振替の場合は裏面通信欄に記入）をご明記ください。
＊小社直接の年間購読料は13876円（送料・税込み）です。書店にお申し込みの場合は送料が不要です。
＊海外発送のお申し込みは日販I.P.S.にお願いいたします。
　日販I.P.S.　〒102-0072　東京都千代田区飯田橋3-11-6
　　TEL(03)3238-0708・FAX(03)3238-7944
　誠文堂新光社・経理部　〒113-0033　東京都文京区本郷3-3-11
　　TEL(03)5800-5771・FAX(03)5800-5773，http://www.seibundo-net.co.jp/